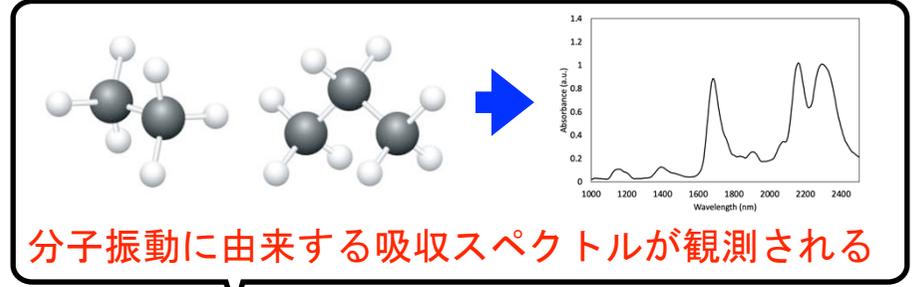


# 目に見えない光を利用した 材料や食品などの 深部組成や異物の見える化

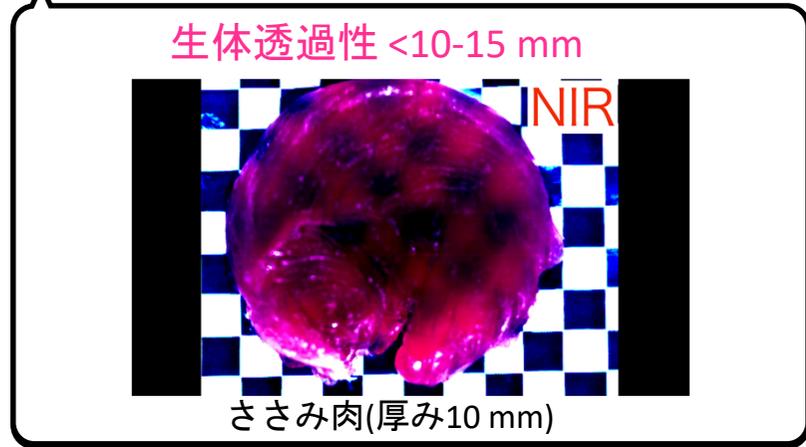
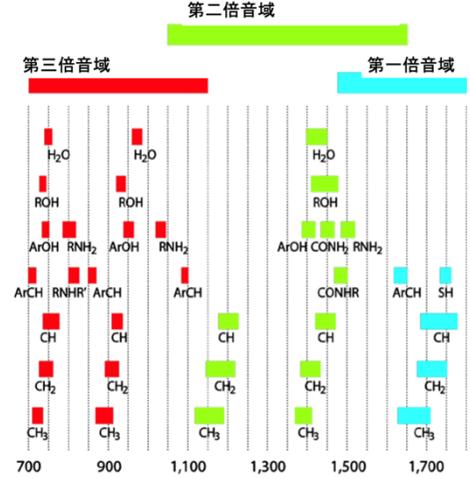
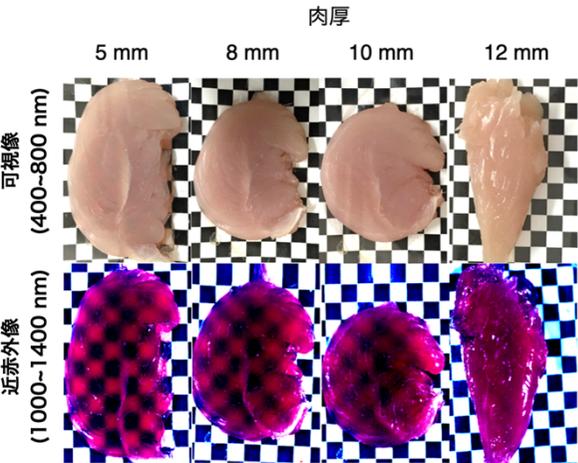
東京理科大学 創域理工学部  
機械航空宇宙工学科  
教授 竹村 裕  
2024年11月07日

# 目に見えない光 近赤外光分光の特徴？



wavelength [nm]      400      750      1000      1400      2500

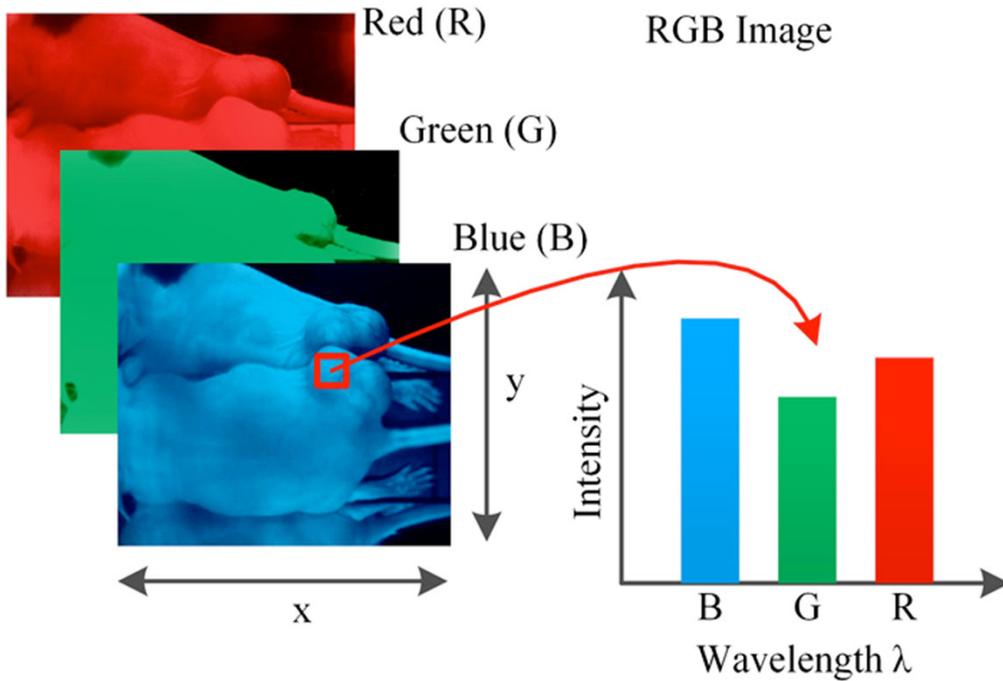
← 生体の第2の窓 →



# 分光画像(ハイパースペクトルイメージ)とは？

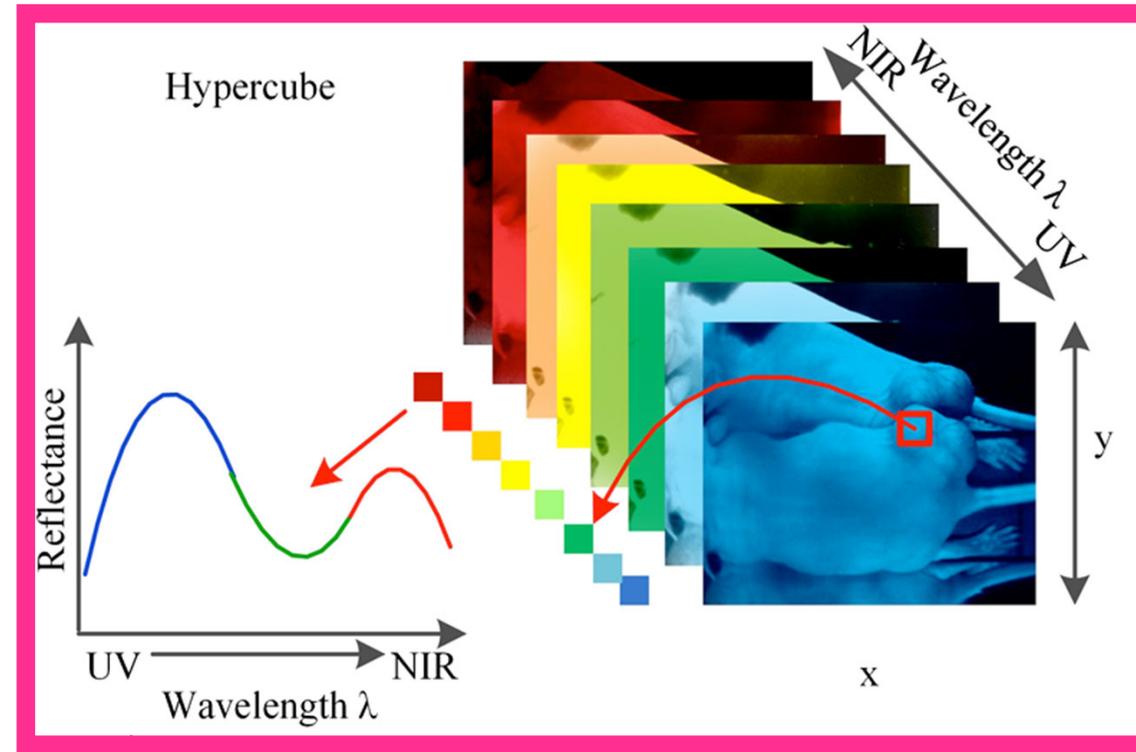
Hyperspectral Imaging: HSI

Color(RGB) データ



空間情報+波長情報のデータ

HSI データ



G. Lu and B. Fei, J. Biomed. Optics 19, 1 pp. 1-24 (2014)

画素ごとに分光情報を取得する技術

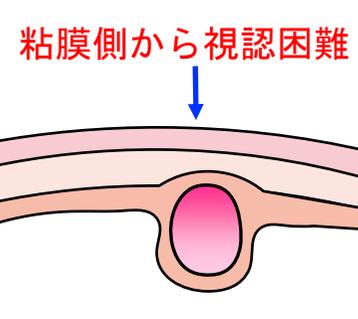
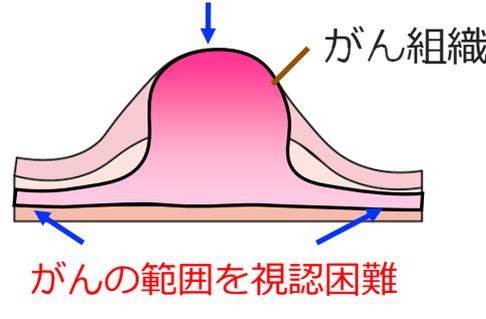
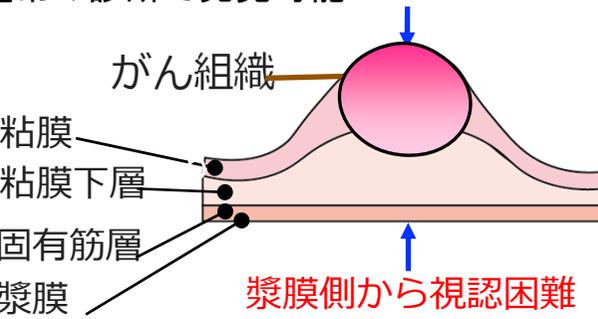
# NIR-HSIで何ができるのか？

## 通常診断では発見困難な例

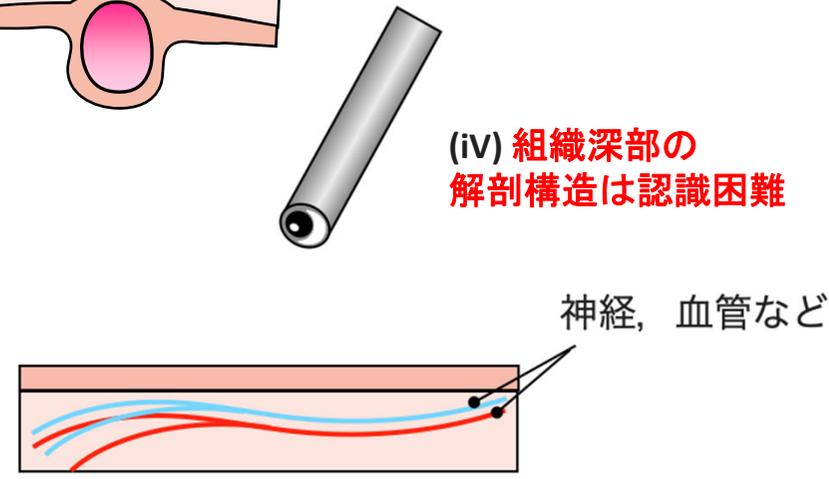
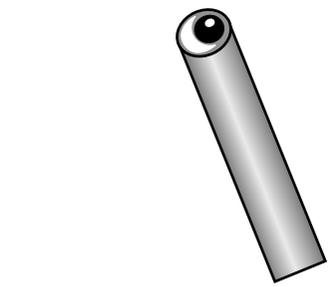
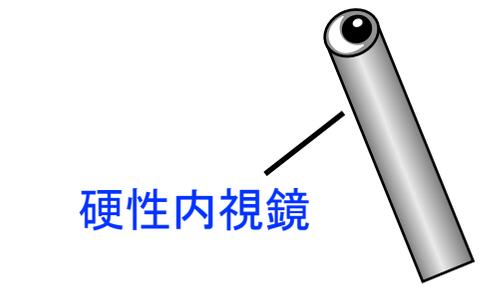
近赤外光の生体透過性に期待



要求精度は利用の方法によって変わる！



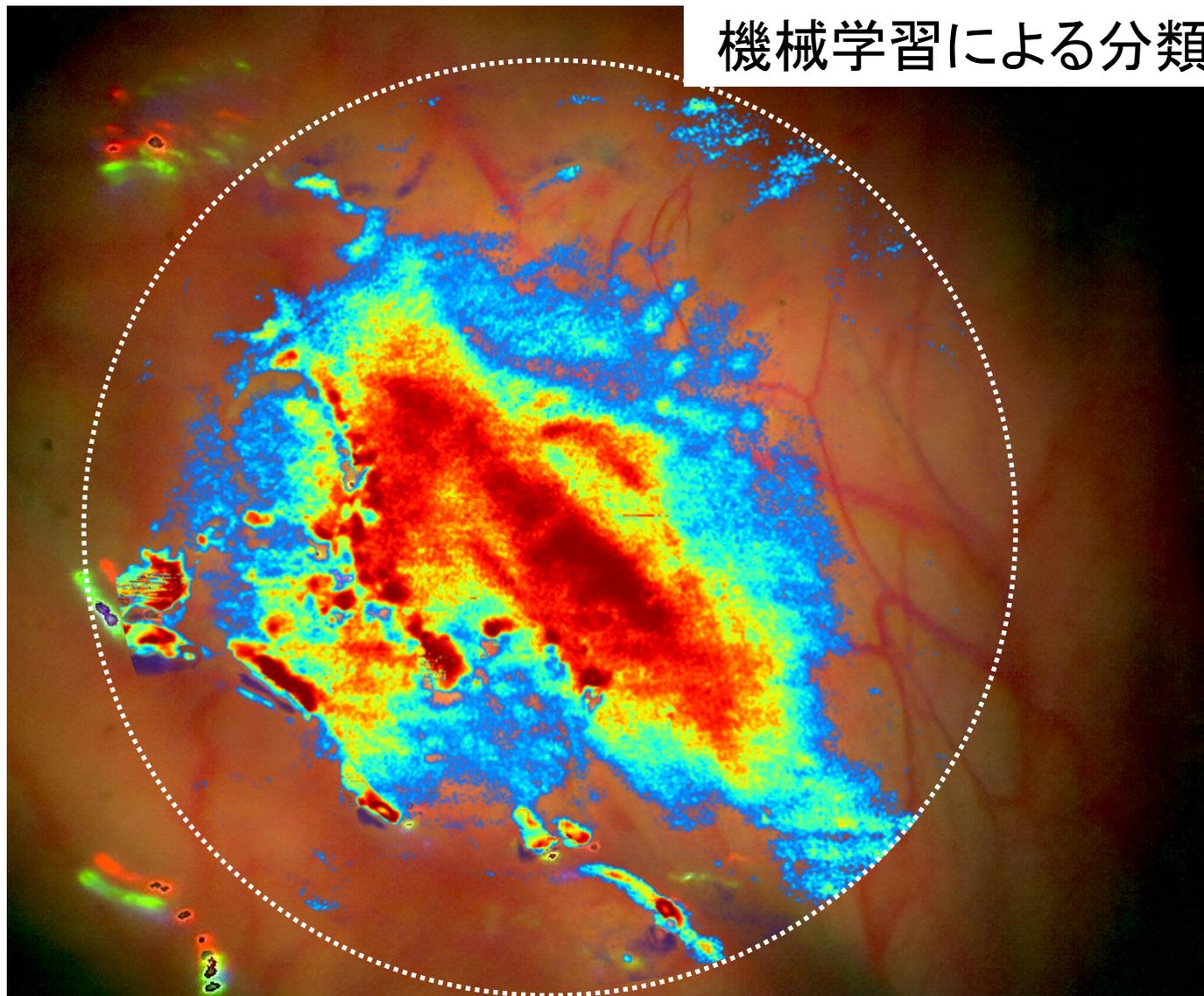
(iv) 組織深部の解剖構造は認識困難



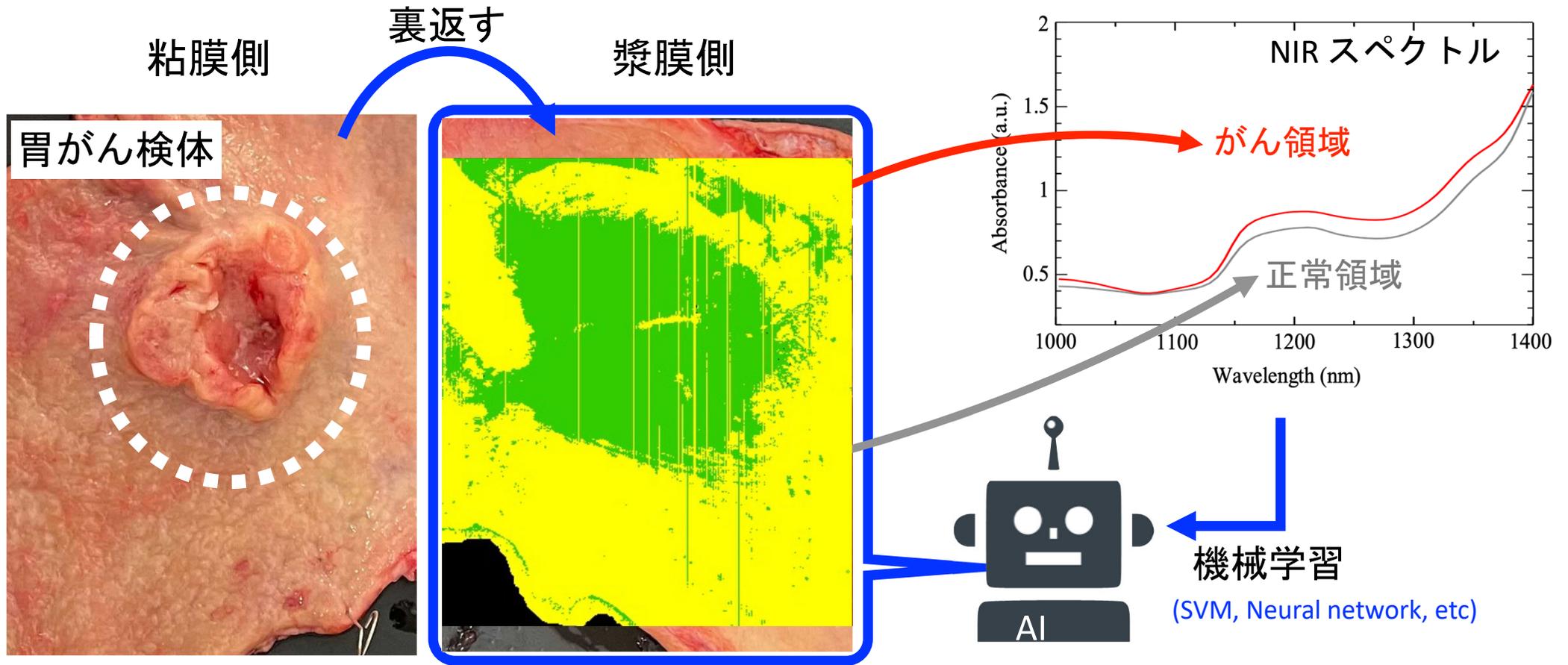
✓ 組織深部の癌や解剖構造を可視化できる術中支援システムが実現可能

# 深部に存在する動脈の可視化検討

機械学習による分類



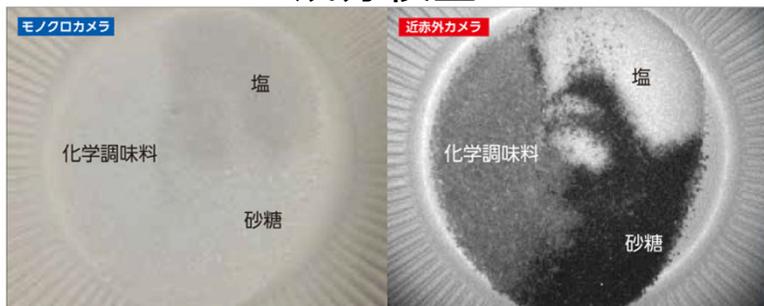
# 近赤外分光画像(NIR-HSI)による深部分析例



NIR-HSIの特徴 = 生体透過性 + 成分分析 + マッピング

# 近赤外分光イメージングの活用例

## 成分検査



## シリコンウエハーの検査



## 食品検査



## 服飾検査



## 包装内部の検査

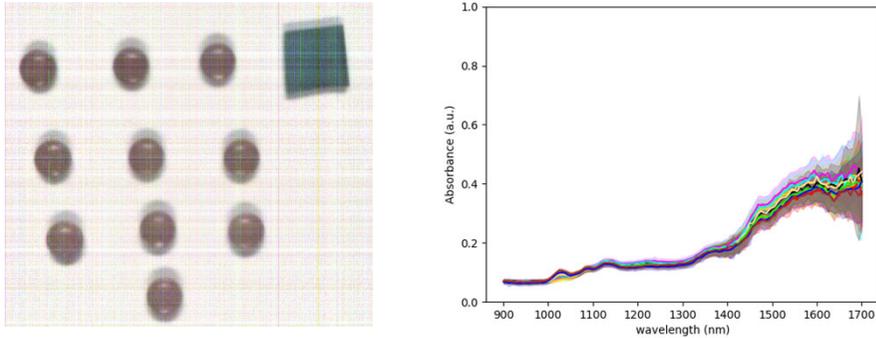


## 木材検査

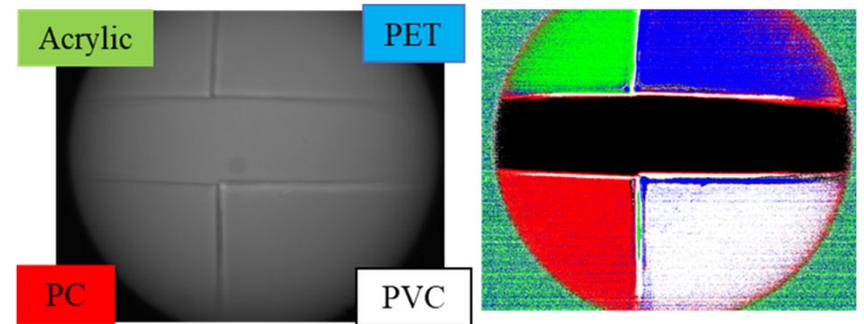


# NIR-HSIの解析例

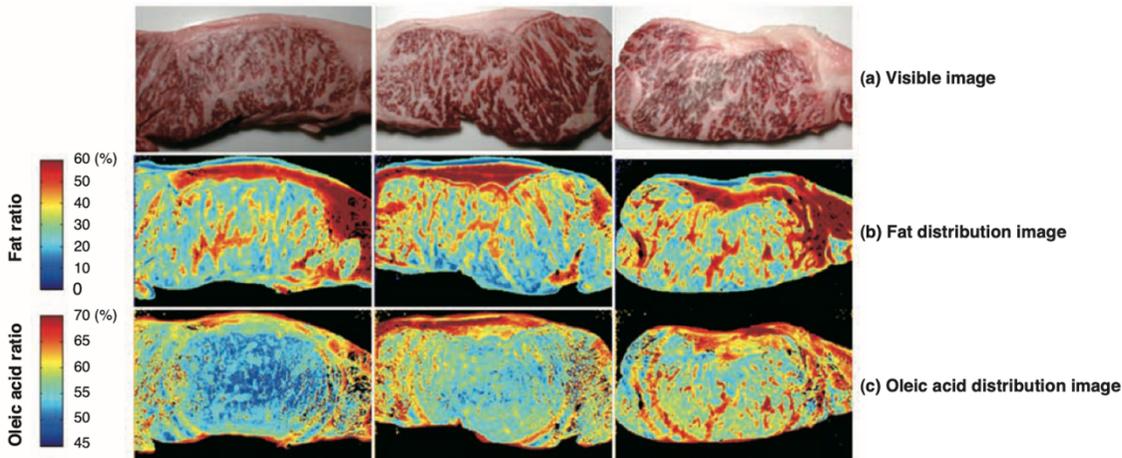
## 錠剤の含有量の可視化



## プラスチックの可視化

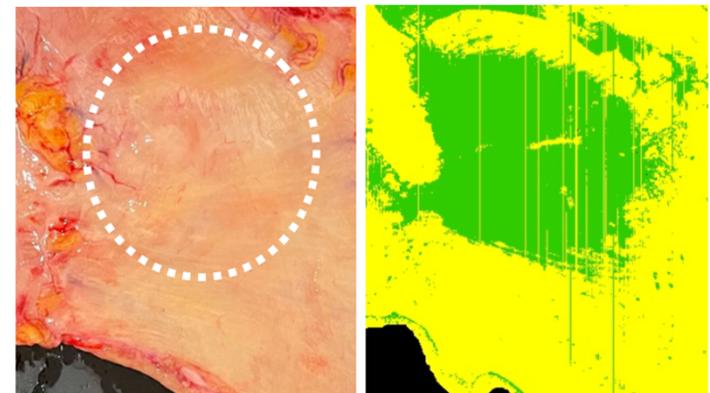


## 食肉の脂質分布の可視化



## 深部癌領域の可視化

胃癌(漿膜側) NIR-HSI解析



H. Ishikawa et al., SEI Tech. Rev., 73 (2013) 97

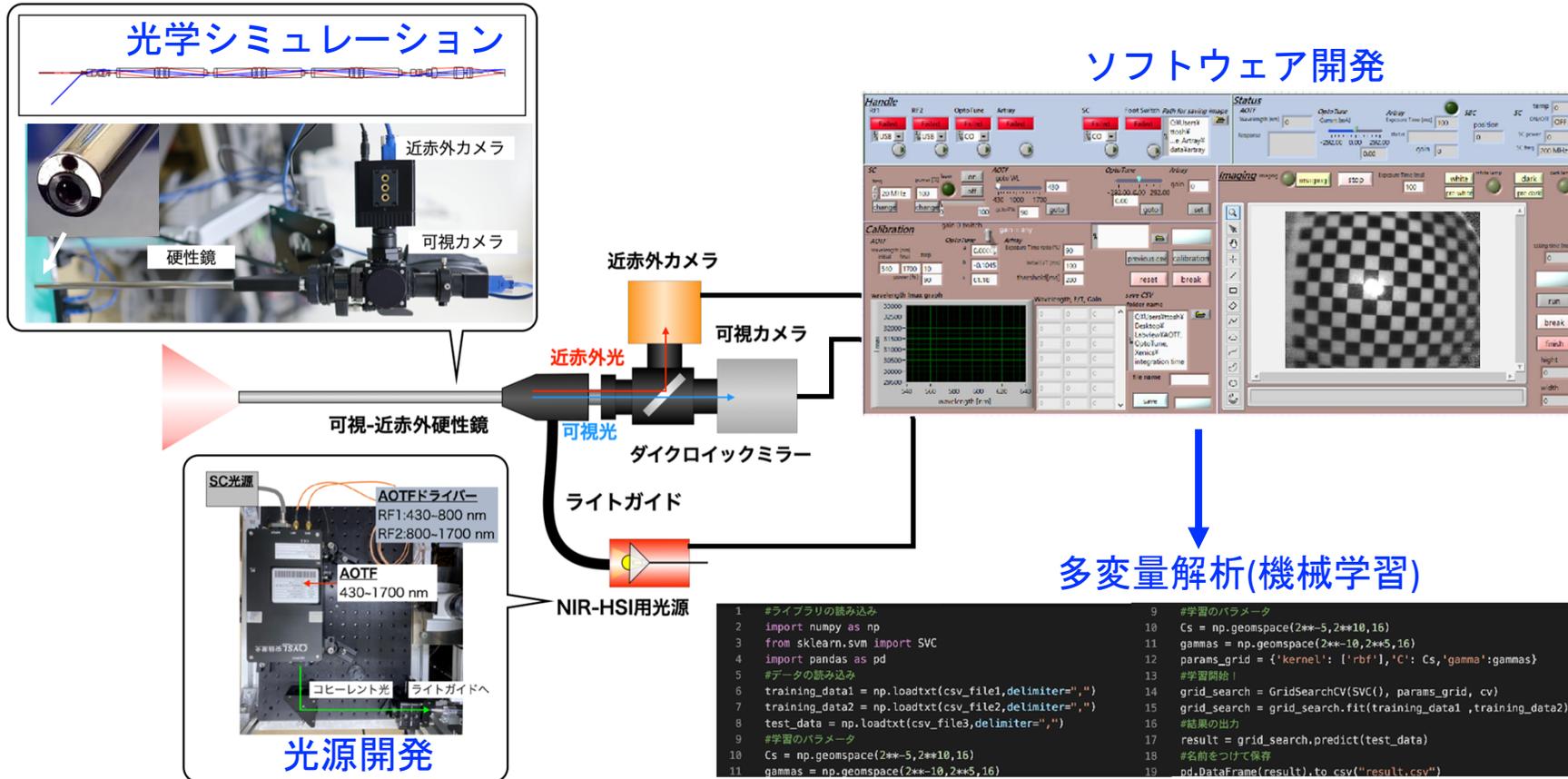
理科大-がんセンター

# NIR-HSI装置(市販品)



市販品はラインスキャン方式がほとんど  
→立体構造のある対象の分析，多角的な分析，持ち運びに不向き

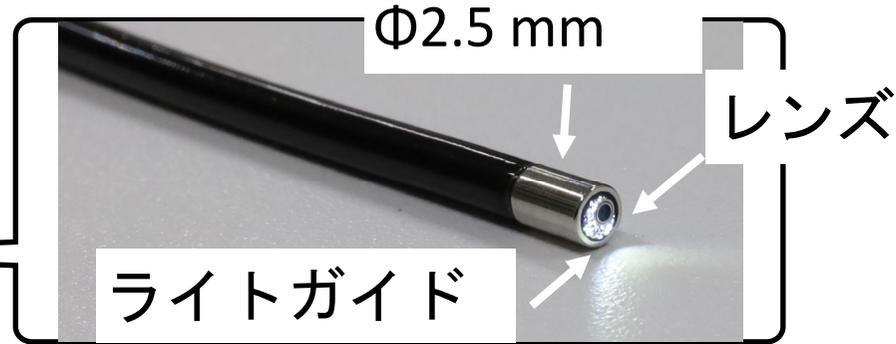
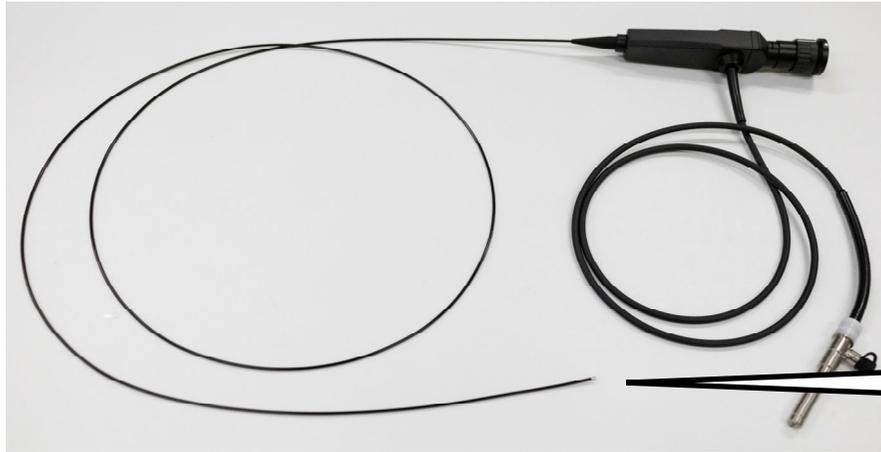
# 保有する技術1: NIR-HSI硬性鏡システム



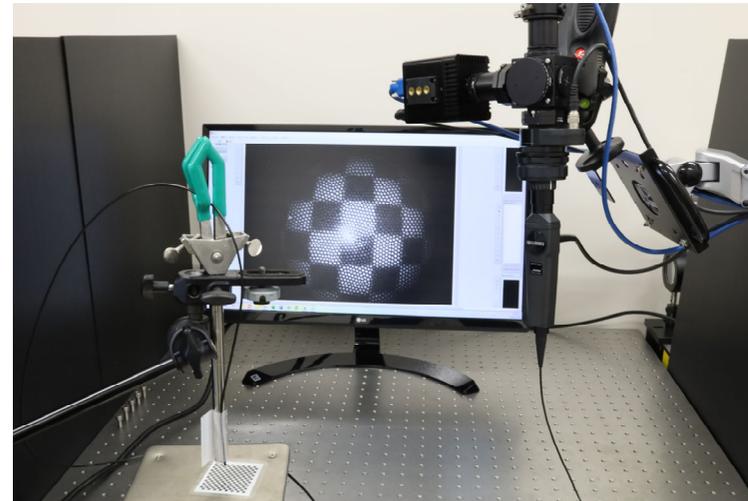
光源で波長掃引することでNIR-HSIを取得(450-1700 nm) **カスタムかも容易**

**NIR硬性鏡・NIR-HSI光源・ソフトウェアを独自に開発**  
→ **小さなポートに挿入, 多角的に撮像, 持ち運びが可能**

# 保有する技術2: NIR-HSIファイバースコープ

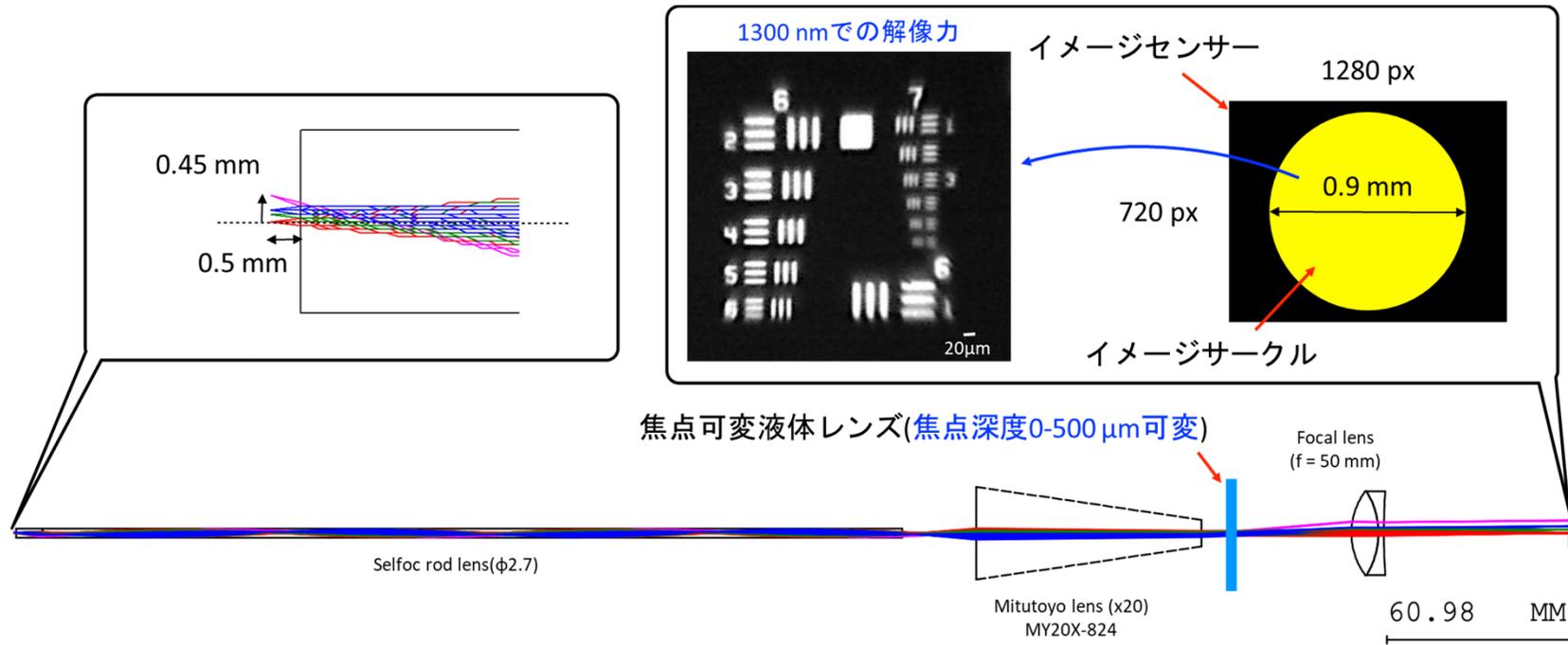


Φ2.8 mmの管腔に挿入



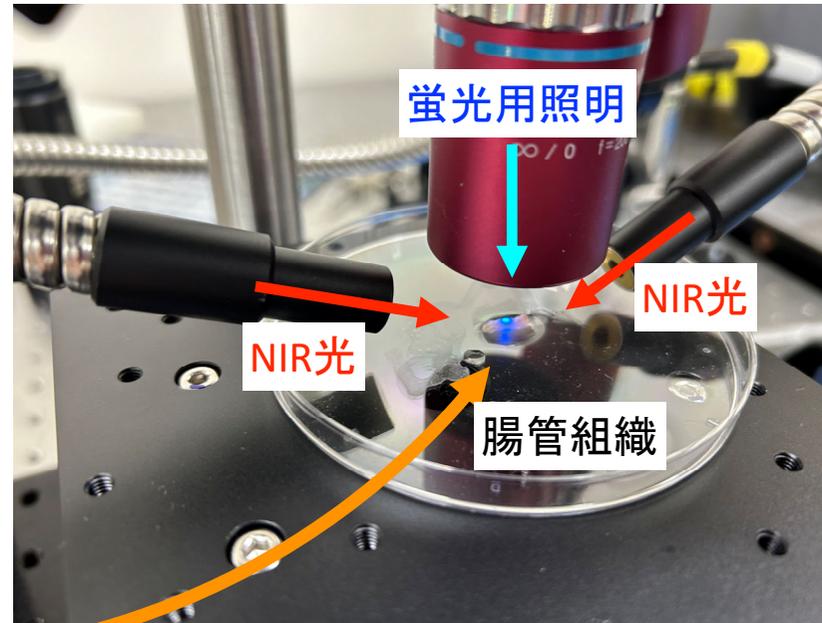
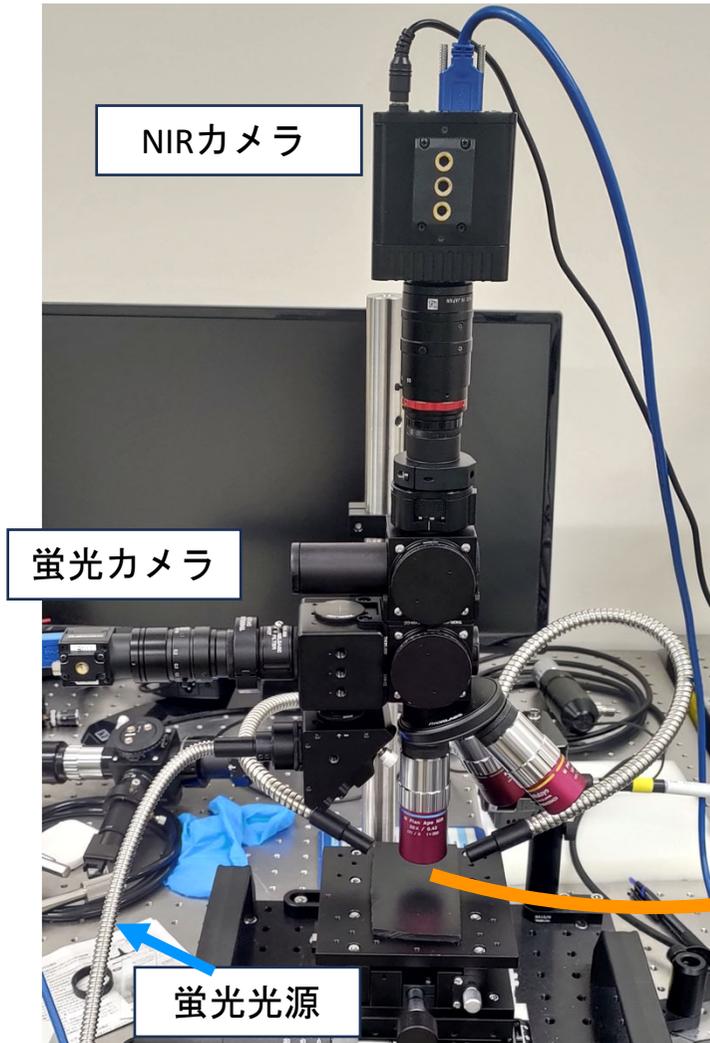
湾曲した細い管腔を通してNIR-HSIが取得可能

# 保有する技術3: NIR-HSI顕微スコープ



硬性鏡の設計で顕微鏡倍率のNIR-HSIが取得可能

# 保有する技術4: 蛍光画像とNIR-HISを同時取得



蛍光画像とNIR-HSIを同時取得する顕微鏡光学系構築

# 保有する技術

- 可視光から近赤外まで(450nm-2350nm)
- ミクロからマクロ撮影まで(1mmから1mまで)



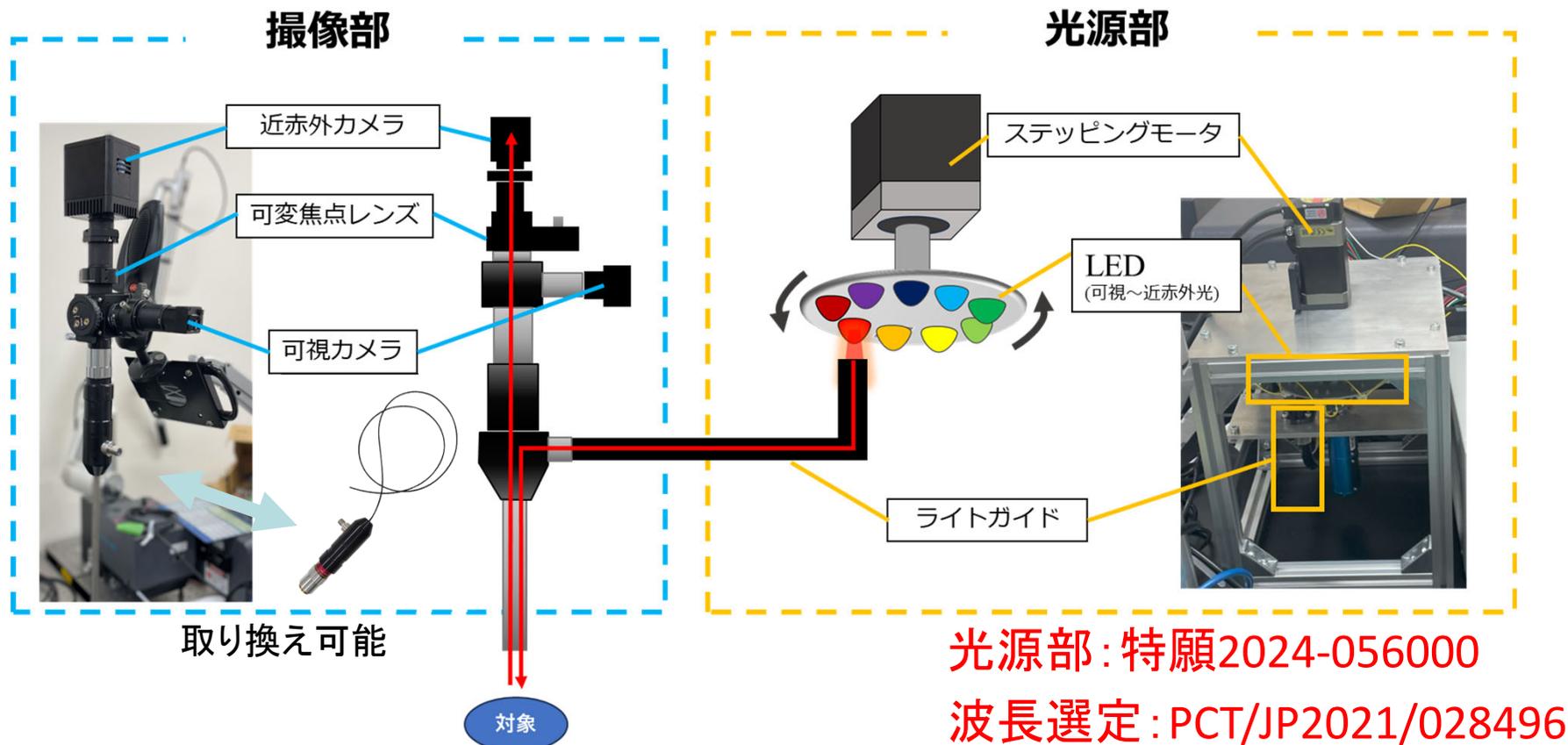
# リアルタイム性を追求した装置開発

## 撮像部:

- ・近赤外像が撮影できる光学設計
- ・先端が一般の硬性内視鏡と同じ形

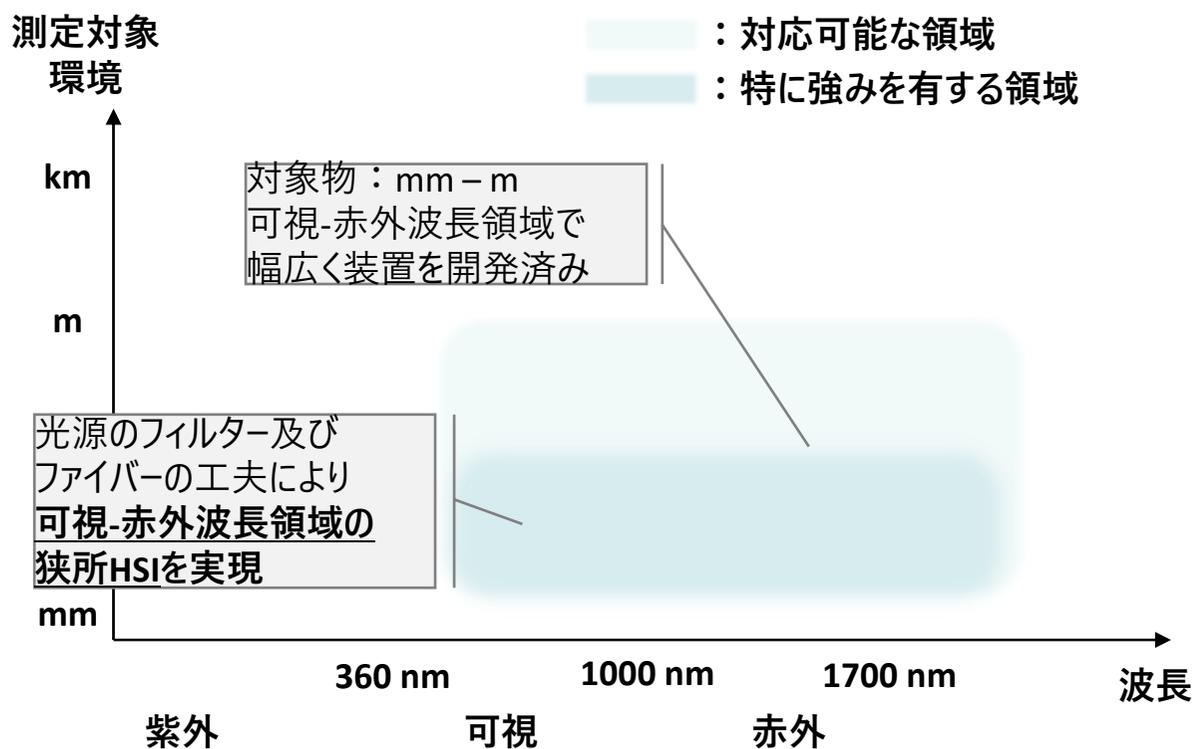
## 光源部:

- ・複数波長の近赤外単色光の照射が可能
- ・波長選定手法の特許化



# 我々の強み

可視から近赤外域, 広範囲から1 mm角の狭所対象物までの幅広い環境・対象に対して  
可視光・近赤外ハイパースペクトルイメージング(HSI)を可能にする装置を開発



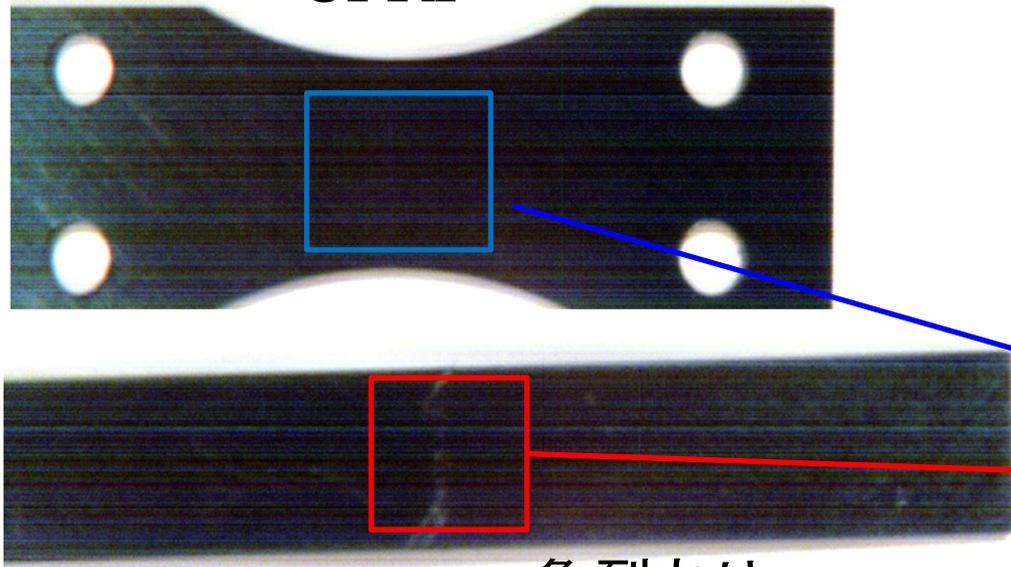
提供価値	<p>新たな非破壊検査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 表面検査</li> <li>■ 内部検査（一部） 表層から数 mmの深さ</li> <li>■ 欠陥に対する質的な評価</li> </ul>
コア技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 可視～近赤外領域でのHSI</li> <li>■ フィルター、レンズ、分光、ファイバーの組合せと最適化</li> </ul>
アプリケーション①	<p>狭所でのHSI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1 mm径 NIR-HSI内視鏡</li> </ul>
アプリケーション②	<p>微細物（1 mm）のHSI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ レンズ付きHSIファイバースコープ</li> </ul>

機器開発・ソフトウェア開発・実証実験・解析を実施可能

# 事例1: 複合材料・プラスチック引張試験前後

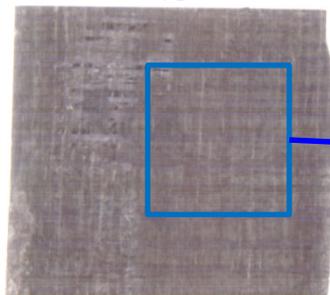
近赤外疑似カラー画像

CFRP



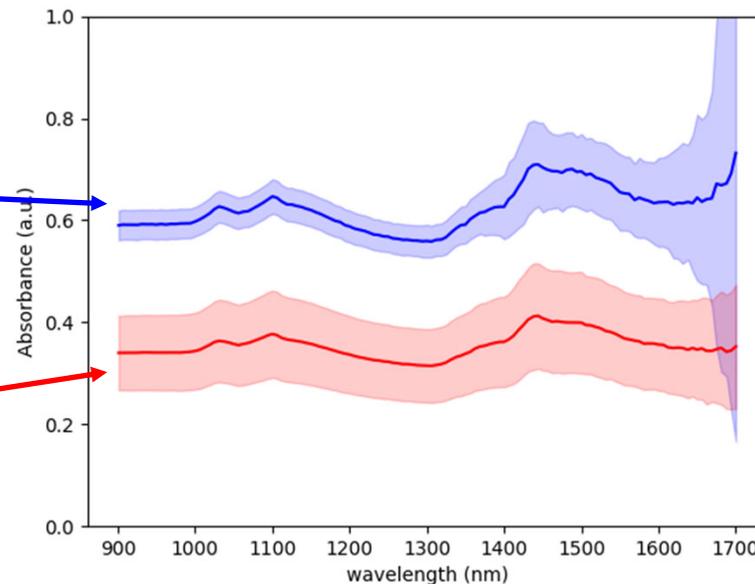
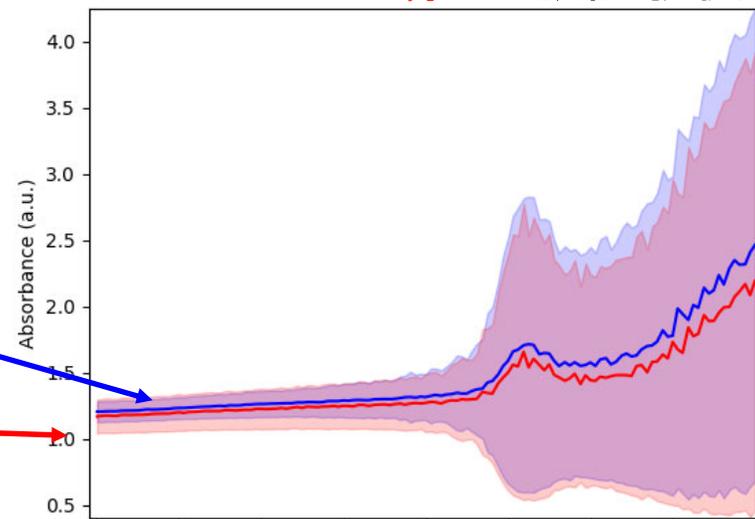
亀裂あり

PS2

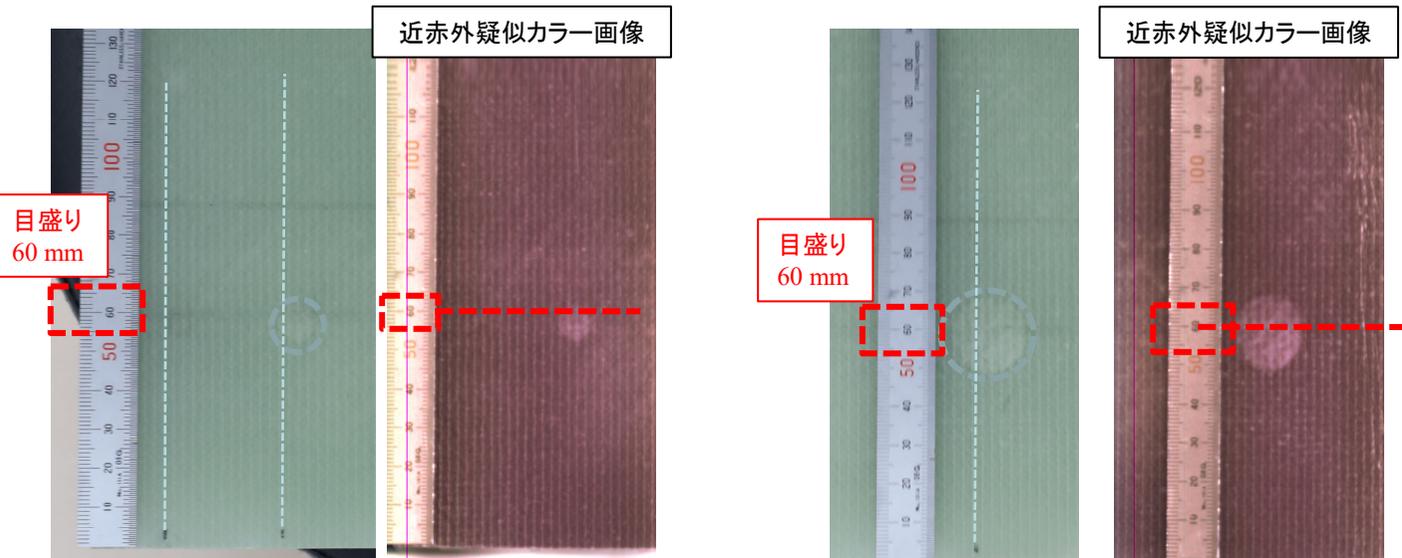


亀裂あり

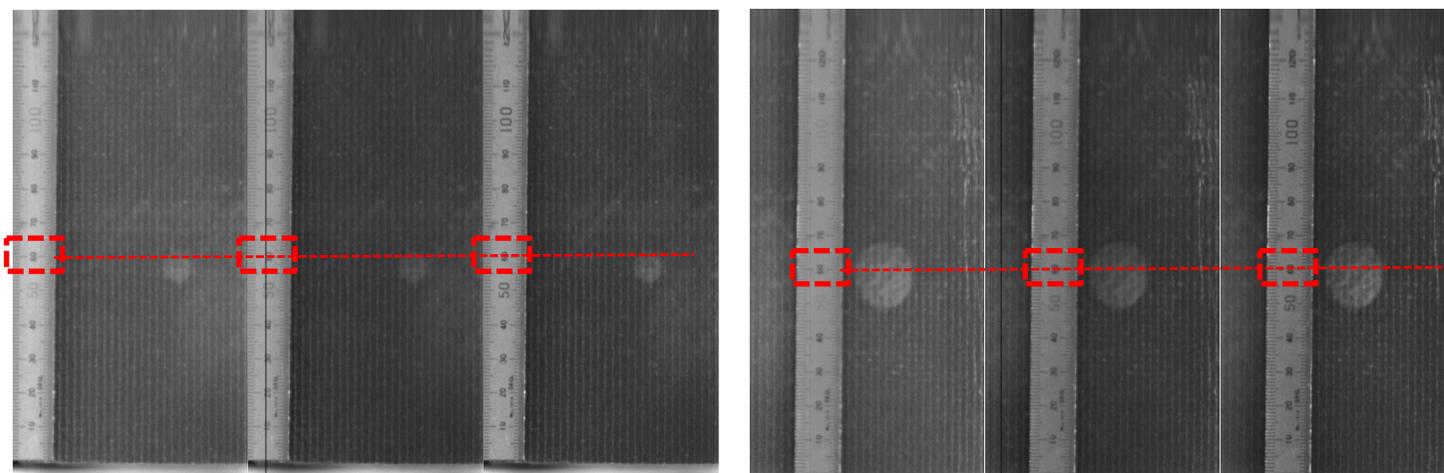
青: 引張試験前  
赤: 引張試験後



# 事例2: 複合材料GFRP 亀裂計測



深さ 2mm にある亀裂計測結果の例

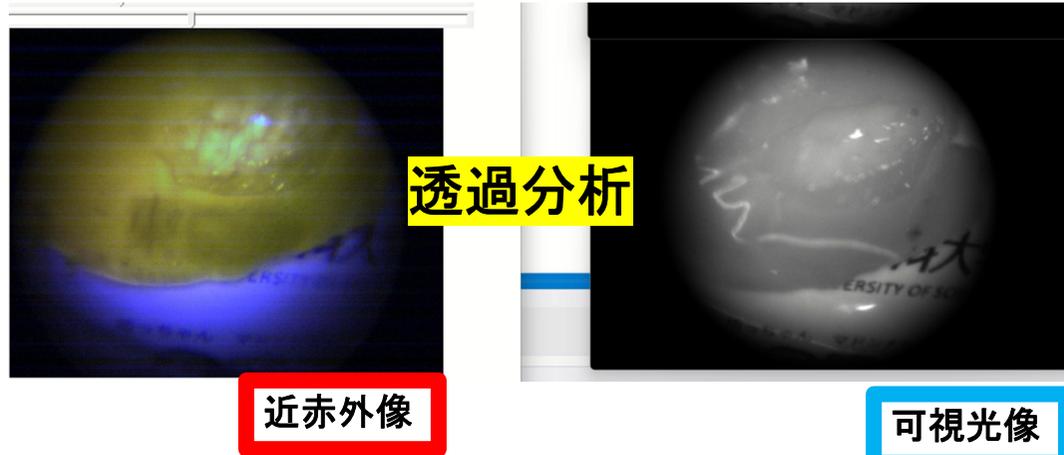


1002 nm 1148 nm 1306 nm

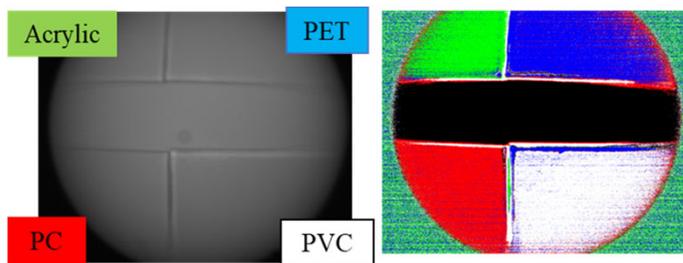
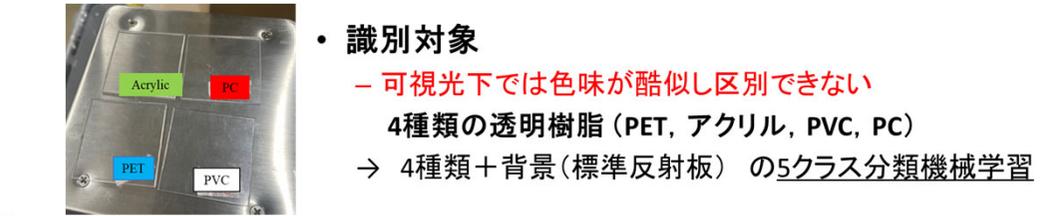
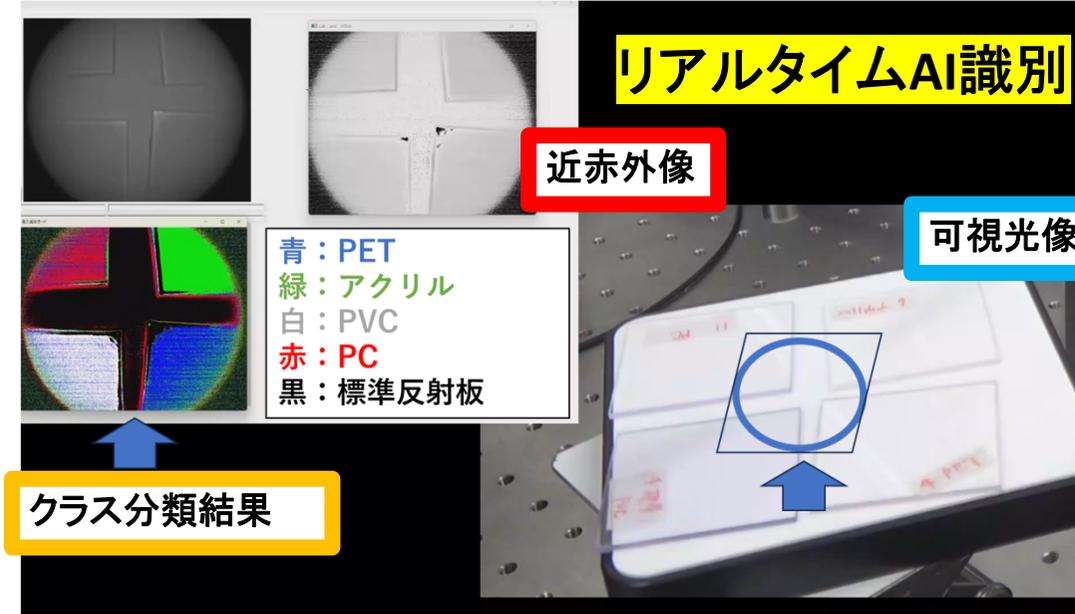
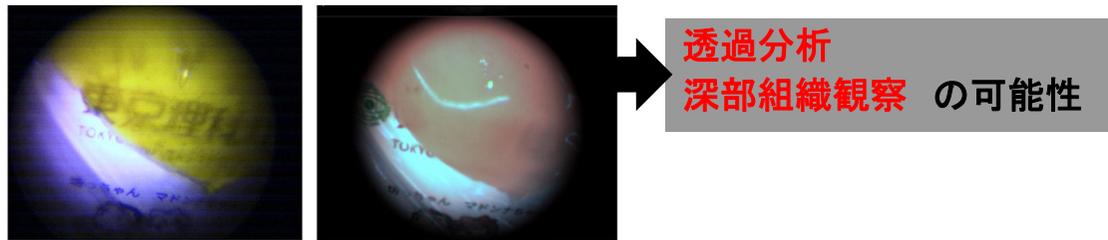
1002 nm 1148 nm 1306 nm



# リアルタイム計測・解析



厚さ5~7mmのささみ肉をリアルタイム透過分析



同色樹脂を 約95%の精度でリアルタイム識別可能  
→ 術中の色味の似た生体内組織の識別、  
定量的な組織識別・評価の可能性

JST可能性検証事業に採択(2023-2024)

# 企業への期待 NIR-HSI内視鏡の産業転用の可能性

## 現在の産業用内視鏡の用途



自動車産業



航空・宇宙産業



建設業

など

## 産業分野で期待できるNIR-HSIの応用方法

- ・ 食品の検査, 異物混入
- ・ プラスチックの劣化や成分の評価
- ・ 複合材料の非破壊検査
- ・ すす分析によるエンジン内燃焼効率の評価
- ・ コンクリートの中酸化, 塩分浸透の評価
- ・ 美術品の鑑定
- ・ 文書の偽造の検出
- ・ 環境汚染のモニタリング
- ・ 品質検査, 安全・保全検査

など

こんなもの計測したいとかありましたらご連絡ください！

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 発光装置及び光学機器
- 出願番号 : 特願2024-056000
- 出願人 : 東京理科大学
- 発明者 : 竹村裕, 高松利寛, 林聖也

# お問い合わせ先

東京理科大学  
産学連携機構

TEL 03-5228-7440

e-mail [shinsei\\_kenkyu@admin.tus.ac.jp](mailto:shinsei_kenkyu@admin.tus.ac.jp)